



⑯ BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENT- UND  
MARKENAMT

⑯ ⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑯ ⑯ **DE 198 32 921 A 1**

⑯ Int. Cl.<sup>7</sup>:

**E 04 H 12/12**

F 03 D 1/00

**DE 198 32 921 A 1**

⑯ ⑯ Aktenzeichen: 198 32 921.0  
⑯ ⑯ Anmeldetag: 22. 7. 1998  
⑯ ⑯ Offenlegungstag: 10. 2. 2000

⑯ ⑯ Anmelder:  
Kretz, Joachim, Dipl.-Ing., 67655 Kaiserslautern, DE

⑯ ⑯ Vertreter:  
Dr.-Ing. W. Bernhardt u. Dipl.-Phys. Dr. R.  
Bernhardt, 66123 Saarbrücken

⑯ ⑯ Erfinder:  
gleich Anmelder

⑯ ⑯ Entgegenhaltungen:  
DE 39 00 432 A1  
JP 09-2 50 256 A  
JP 09-1 95 584 A  
JP 09-1 89 148 A

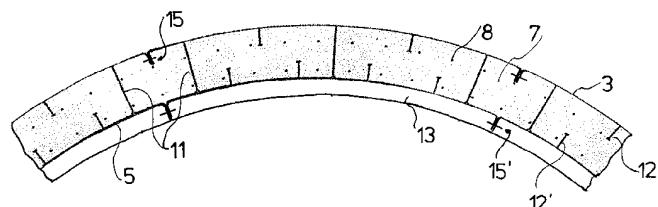
CD-ROM PAJ: Pat. Abstr. of Japan JP 09-195584 A;  
CD-ROM PAJ: Pat. Abstr. of Japan JP 09-250256 A;  
CD-ROM PAJ: Pat. Abstr. of Japan JP 09-189148 A;

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑯ ⑯ Turmkonstruktion, insbesondere für Windkraftanlagen

⑯ ⑯ Die Erfindung betrifft eine Turmkonstruktion, insbesondere für Windkraftanlagen, gekennzeichnet durch eine Metallaußenschale (3), eine Metallinnenschale (5), eine zwischen der Außen- und Innenschale angeordneten Betonschale (7) sowie Verbindungsträgerelemente (11, 12, 12') zur Bildung einer tragenden Verbundkonstruktion aus der Betonschale und wenigstens einer der Metallschalen. Vorteilhaft werden durch diese Erfindungslösung als verlorene Schalung verwendete Metallschalen unter Einsparung von Material und Bauzeit als tragende Teile in die Turmkonstruktion einbezogen.



**DE 198 32 921 A 1**

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Turmkonstruktion, insbesondere für Windkraftanlagen.

Trägertürme für Windkraftanlagen werden derzeit bis zu Höhen von etwa 100 m errichtet, wobei im Zuge einer weiter voranschreitenden Windkraftnutzung mit Turmhöhen von 150 m und mehr zu rechnen ist.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine neue Turmkonstruktion zu schaffen, durch die sich z. B. Windkraftanlagen mit geringerem Bau- und Zeit- und Materialaufwand errichten lassen.

Die diese Aufgabe lösende Turmbaukonstruktion nach der Erfindung ist durch eine Metallaußenschale, eine Metallinnenschale, eine zwischen der Außen- und Innenschale angeordnete Betonschale sowie Verbindungsträgerelemente zur Bildung einer tragenden Verbundkonstruktion aus der Betonschale und wenigstens einer der Metallschalen gekennzeichnet.

Gemäß dieser Erfindungslösung lassen sich die Metallaußen- und -innenschale einerseits als Schalung bei der Herstellung der Betonschale verwenden, können aber andererseits im Rahmen der Verbundkonstruktion als tragende Elemente dienen, so daß Turmkonstruktionen mit geringem Aufwand errichtet werden können.

Als Verbindungsträgerelemente kommen von der Außen- und/oder Innenschale in die Betonschale hinein vorstehende Trägerbauteile zur Kraftübertragung zwischen den Schalen in Betracht, welche insbesondere formschlüssig in der Betonschale verankert sind. Auf diese Weise wird zwischen der Betonschale und den Metallschalen eine besonders feste Verbindung erreicht, wobei die Metallschalen gemeinsam mit der Betonschale die erforderlichen Tragfunktionen ausüben und die Verbindungsträgerelemente im Rahmen ihrer Tragfunktion vorrangig Schubkräften ausgesetzt sind.

Bei den genannten Trägerbauteilen handelt es sich vorzugsweise um stiftartige Bauteile mit einer Endaufweitung, insbesondere um Dübelbolzen, die mit einem Kopf versehen sind, der für eine widerhakenartige Verankerung der Bolzen im Beton sorgt.

Zur Gewährleistung einer über die Fläche der Schalen gleichmäßig verteilten Kraftübertragung sind die Verbindungsträgerelemente auf der Metallschale vorzugsweise zu einander in einem Rasterabstand angeordnet. Dabei ist in einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ein horizontaler Rasterabstand von 40 bis 60 cm, insbesondere 50 cm, vorgesehen. Der vertikale Rasterabstand beträgt in dieser bevorzugten Ausführungsform 15 bis 25 cm, insbesondere 20 cm. Vorteilhaft wird bei dem vorgesehenen engen Rasterabstand ein Ausbeulen der Außenschale vermieden, indem die in der Betonschale verankerten Verbindungsträgerelemente durch die Außenschale ausgeübten Zugkräften nicht nachgeben.

Vorzugsweise sind die Dübelbolzen mit der Metallschale verschweißt.

In der besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die Außen- und/oder Innenschale aus, insbesondere mit den Verbindungsträgerelementen vorgefertigten, Schalensegmenten gebildet, wobei die Schalensegmente miteinander z. B. über sich horizontal und vertikal erstreckende Randabwicklungen verbunden sind. Durch solche einschließlich der Verbindungsträgerelemente vorgefertigten Segmente, die z. B. eine Länge von 12 m und eine Breite von 2,40 m aufweisen können, vereinfacht sich die Errichtung von Türmen. Vor Ort braucht lediglich die Betonschale hergestellt zu werden, was schon während der Montage der Metallschalen erfolgen kann, indem jeweils bereits nach Errichtung eines Vertikalabschnitts der Außen- und Innen-

schale der Zwischenraum zwischen den durch die Segmente gebildeten Schalenabschnitten ausgegossen wird.

Durch die Abwicklungen, die mit Bohrungen für die Aufnahme von Verbindungsbolzen versehen sein können, er-

folgt eine gewisse Horizontalversteifung der miteinander verbundenen Schalensegmente, so daß der jeweils gebildete Schalungsabschnitt die zum Betonieren erforderliche Stabilität aufweist. Zur zusätzlichen Stabilität können innenseitig mit der Innenschale verbundene Horizontalversteifungsringe sorgen.

In der bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weisen die Dübelbolzen zum Teil eine der Betonschalendicke entsprechende Länge auf. Dadurch sind Abstandselemente gebildet, die dafür sorgen, daß die Innenschale und die Außenschale in konstantem Abstand und koaxial zueinander angeordnet sind. Diese stabile koaxiale Anordnung kann darüber hinaus durch Verbindungsstege gewährleistet werden, über die die beiden Metallschalen miteinander verbunden sind.

In der bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die Betonschale eine Stahlbetonschale mit einer Stahlbewehrung. Insbesondere sind vorgefertigte, den Schalensegmenten entsprechende Bewehrungssegmente vorgesehen. Damit sind außer der vor Ort herzustellenden Betonschale alle zur Errichtung des Turms erforderlichen Teile vorgefertigt. Entsprechend gering sind die auf der Baustelle zu erbringenden Bauleistungen.

Die Bewehrungsgittersegmente sind vorteilhaft so gestaltet, daß sie zur Positionierung zwischen den Schalen, bevor das Ausgießen des Schalungzwischenraums zur Bildung der Betonschale erfolgt, ohne gesonderte Befestigung an den vorstehenden Verbindungsträgerelementen angehängt werden können.

Die Erfindung soll nun anhand eines Ausführungsbeispiels und der beiliegenden, sich auf dieses Ausführungsbeispiel beziehenden Zeichnungen näher erläutert und beschrieben werden. Es zeigen:

**Fig. 1** eine Windkraftanlage mit einer Turmkonstruktion nach der Erfindung,

**Fig. 2** ein bei der Turmkonstruktion von **Fig. 1** verwendetes Außenschalungssegment aus Stahl in einer Teilansicht,

**Fig. 3** eine Teilansicht eines in der Turmkonstruktion von **Fig. 1** verwendeten Innenschalungssegments mit einem zur Anordnung zwischen Außen- und Innenschalungssegmenten vorgesehenen Bewehrungsgittersegment,

**Fig. 4** eine Teilquerschnittsansicht der Turmkonstruktion der Windkraftanlage von **Fig. 1**, und

**Fig. 5** eine weitere Teilquerschnittsansicht der Turmkonstruktion der Windkraftanlage von **Fig. 1** in einem Verbindungsreich zwischen Turmabschnitten, die durch Segmente gemäß **Fig. 2** gebildet sind.

Es wird zunächst auf **Fig. 1** Bezug genommen, wo eine Windkraftanlage mit einem Windrad und einem Trägerturm **2** schematisch dargestellt ist.

Der Turm **2** weist eine Außenschale **3** auf, die aus vorgefertigten, 12 m langen Stahlsegmenten **4** zusammengesetzt ist. Der Turm hat eine Höhe von 96 m. Der Außendurchmesser am Turmfuß beträgt 6,40 m und verringert sich bis zur Turmspitze bis auf 2 m. Zur Bildung eines 12 m langen

Turmabschnitts sind jeweils acht vorgefertigte Segmente verwendet, deren horizontale Abmessungen sich vom Turmfuß bis zur Spitze entsprechend der angegebenen Durchmesserverkleinerung verringern.

Wie aus den **Fig. 4** bis **5** hervorgeht, weist der Turm **2** neben der Außenschale **3** ferner eine Innenschale **5** auf, die wie die Außenschale **3** aus vorgefertigten Stahlsegmenten **6** zusammengesetzt ist.

Zwischen der Außenschale **3** und der Innenschale **5** ist

eine durch Ausgießen des Schalenzwischenraums gebildete Betonschale **7** angeordnet. Dabei handelt es sich um eine Stahlbetonschale mit einem darin eingegossenen Bewehrungsgitter. Zur Bildung des Bewehrungsgitters dienen Gittersegmente **8** (Fig. 3), die auf vorstehende Dübelbolzen **12** gehängt werden können.

Wie aus Fig. 2 hervorgeht, weisen die Außenschalenstahlsegmente **4** jeweils horizontale Randabwinkelungen **9** und vertikale Randabwinkelungen **10** auf. Von der Innenseite der Außenschalenstahlsegmente **4** stehen damit verschweißte Kopfdübelbolzen **11** und **12** mit Köpfen **17** vor, von denen die Kopfdübelbolzen **11** jeweils eine Länge von maximal etwa 30 cm aufweisen, welche dem Abstand zwischen der Innenschale **3** und der Außenschale **5** entspricht, der im vorliegenden Fall maximal 30 cm beträgt. Die Länge der übrigen Kopfdübelbolzen **12** beträgt etwa ein Drittel bis zur Hälfte dieses Abstandes, der gleich der maximalen Dicke der Betonschale **7** ist. Die Kopfdübelbolzen **11** und **12** sind in Rasterabständen angeordnet, wobei der Rasterabstand zwischen vertikalen Reihen 50 cm und zwischen horizontalen Reihen 20 cm beträgt.

Die zur Bildung der Innenschale **5** verwendeten Innenschalenstahlsegmente **6** sind wie die Außenschalenstahlsegmente **4** mit Randabwinkelungen ausgebildet, wovon in Fig. 5 die horizontalen Randabwinkelungen **10'** sichtbar sind. Die Kopfdübelbolzen **12'**, deren Länge gleich der Länge der Kopfdübelbolzen **12** ist, stehen von der Segmentaußenseite vor.

Der Durchmesser der Bolzen liegt im vorliegenden Fall zwischen 10 bis 19 mm. Der Kopfdurchmesser ist um das Eineinhalbache größer. Die Wandstärke der Schalensegmente **4, 6** beträgt 5 mm.

Mit dem Bezugszeichen **13** ist in der Fig. 4 ein mit der Innenschale **5** verbundener Ring zur horizontalen Stabilisierung bezeichnet.

In den genannten Randabwinkelungen sind Bohrungen **14** vorgesehen, die es ermöglichen, die Segmente über ihre Randabwinkelungen durch Schraubverbindungen **15** bzw. **15'** miteinander zu verbinden.

Zur Verbindung der Innenschale mit der Außenschale **40** können in den Figuren nicht gezeigte Stege verwendet sein, wobei solche Verbindungsstege zweckmäßig in regelmäßigen horizontalen und vertikalen Abständen angeordnet sind.

Zur Errichtung des Turms **2** der in der Fig. 1 gezeigten Windkraftanlage werden die mit den Kopfdübelbolzen **11, 12** vorgefertigten Schalensegmente **4, 6** und die Bewehrungsgittersegmente **8** zur Baustelle transportiert und aus den Außenschalensegmenten **4** und Innenschalensegmenten **6** jeweils der Segmentlänge entsprechende Schalungsabschnitte montiert. Dabei werden nach Errichtung der jeweiligen Innenschalenabschnitte die Bewehrungsgittersegmente **8** an die von den Innenschalensegmenten nach außen vorstehenden Kopfdübelbolzen **12'** angehängt. Danach erfolgt die Montage des jeweiligen Außenschalenabschnitts und ggf. dessen Verbindung mit dem Innenschalenabschnitt über Verbindungsstege.

Es wäre auch denkbar, einen Turmabschnitt, insbesondere einen oberen Turmabschnitt mit verringerte in Durchmesser, komplett vorzufertigen und zur Baustelle zu transportieren.

Nach Fertigstellung eines Turmabschnitts kann bereits mit der Herstellung der Betonschale **7** begonnen werden, wobei dann das Ausgießen der Betonschale **7** nach und nach während der Aufstockung weiterer Schalungsabschnitte erfolgt.

Indem die mit den Stahlshalen verbundenen Kopfdübelbolzen in die Betonschale hinein vorstehen, sind die Metallschalen mit der Betonschale derart verbunden, daß die Betonschale und die Metallschalen gemeinsam im Rahmen der

Verbundkonstruktion die für die Windkraftanlage gemäß Fig. 1 erforderliche Trägerfunktion übernehmen können.

Im Unterschied zu dem beschriebenen Ausführungsbeispiel mit einheitlich acht Segmenten je Turmabschnitt **5** könnte die auf die Turmabschnitte entfallende Segmentanzahl variieren und insbesondere nach oben abnehmen. Auch die angegebenen Rasterabstände können sich höhenabhängig ändern.

#### Patentansprüche

1. Turmkonstruktion, insbesondere für Windkraftanlagen, gekennzeichnet durch eine Metallaußenschale (**3**), eine Metallinnenschale (**5**), eine zwischen der Außen- und Innenschale angeordnete Betonschale (**7**) sowie Verbindungsträgerelemente (**11, 12, 12'**) zur Bildung einer tragenden Verbundkonstruktion aus der Betonschale (**7**) und wenigstens einer der Metallschalen (**3, 5**).
2. Turmkonstruktion nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbindungsträgerelemente von der Außenschale (**3**) und/oder der Innenschale (**5**) in die Betonschale (**7**) vorstehende Trägerbauteile (**11, 12, 12'**) umfassen.
3. Turmkonstruktion nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbindungsträgerelemente (**11, 12, 12'**) in der Betonschale (**7**), insbesondere durch eine Endaufweitung, formschlüssig verankert sind.
4. Turmkonstruktion nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbindungsträgerelemente, insbesondere mit einem Kopf (**17**) versehene, Dübelbolzen (**11, 12, 12'**) sind.
5. Turmkonstruktion nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbindungsträgerelemente (**11, 12, 12'**) auf der Metallaußenschale (**3**) und/oder der Metallinnenschale (**5**) in einem Rasterabstand zueinander angeordnet sind.
6. Turmkonstruktion nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß ein horizontaler Rasterabstand von 40 bis 60 cm, vorzugsweise 50 cm, vorgesehen ist,
7. Turmkonstruktion nach Anspruch 5 oder 6 dadurch gekennzeichnet, daß ein vertikaler Rasterabstand von 15 bis 25 cm, vorzugsweise 20 cm, vorgesehen ist.
8. Turmkonstruktion nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbindungsträgerelemente (**11, 12, 12'**) mit der Metallaußenschale (**3**) und/oder der Metallinnenschale (**5**) verschweißt sind.
9. Turmkonstruktion nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Metallaußenschale (**3**) und/oder die Metallinnenschale (**5**) aus, insbesondere zusammen mit den Verbindungsträgerelementen (**11, 12, 12'**), vorgefertigten, Schalensegmenten (**4, 6**) gebildet ist.
10. Turmkonstruktion nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Schalensegmente (**4, 6**) miteinander über, insbesondere horizontale und vertikale, Randabwinkelungen (**9, 10, 10'**) verbindbar sind.
11. Turmkonstruktion nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die von der Außenschale (**3**) oder/und Innenschale (**4**) vorstehenden Verbindungsträgerelemente (**11**) mit einer der Dicke der Betonschale (**7**) entsprechende Länge umfassen.
12. Turmkonstruktion nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Länge der übrigen Verbindungsträgerelemente (**12**) etwa zwischen einem Drittel und der Hälfte der Betonschalendicke liegt.
13. Turmkonstruktion nach einem der Ansprüche 1 bis

12, dadurch gekennzeichnet, daß die Betonschale eine Stahlbetonschale (7) ist.

14. Turmkonstruktion nach einem der Ansprüche 9 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß vorgefertigte, den Schalensegmenten (4, 6) entsprechende Bewehrungsgittersegmente (8) vorgesehen sind. 5

15. Turmkonstruktion nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Bewehrungsgittersegmente (8) zur Positionierung zwischen den Schalen (3, 5) an die vorstehenden Verbindungsträgerelemente (12') an- 10 hängbar sind.

16. Turmkonstruktion nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Schalen (3, 5) über Stege miteinander verbunden sind.

17. Turmkonstruktion nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß an der Innenschale (5) Ringe (13) zur horizontalen Versteifung vorgesehen sind. 15

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

**- Leerseite -**

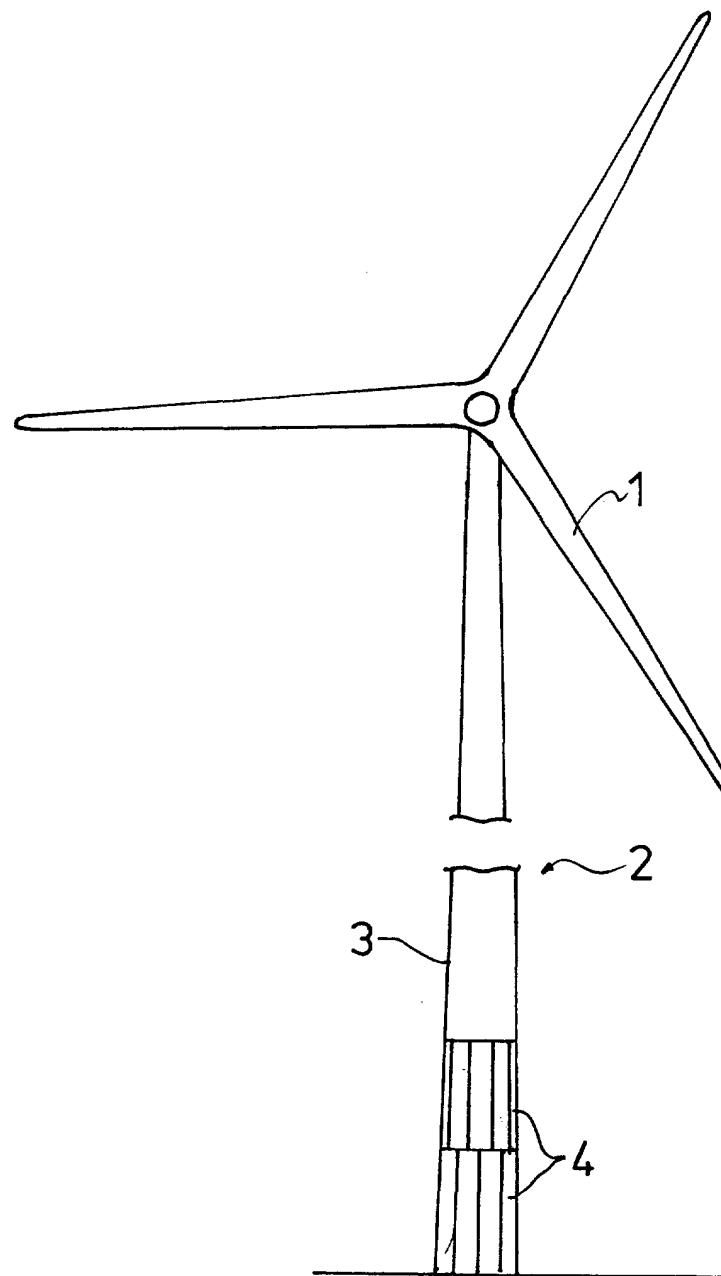


FIG.1

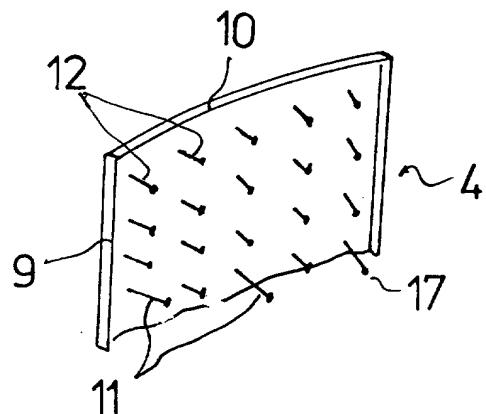


FIG.2

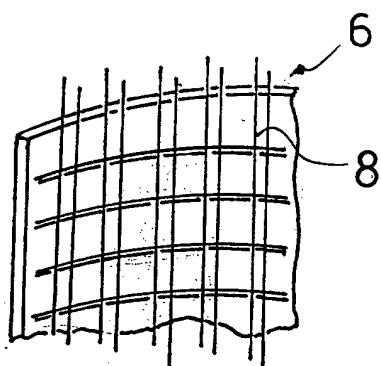


FIG3

